

## 学位論文審査の結果の要旨

氏名	M. H. M. Borhannuddin Bhuyan
審査委員	主査 藤田 政之 副査 奥田 延幸 副査 島崎 一彦 副査 秋田 充 副査 鈴木 利貞

### 論文名

Physiological and Biochemical Responses of Wheat (*Triticum aestivum* L.) under Extreme pH Stress: Insight into the Antioxidant Defense, Glyoxalase System and Nutrient Homeostasis  
(過度の pH によるストレスにおけるコムギ(*Triticum aestivum* L.)の生理・生化学的応答：抗酸化防御、グリオキサラーゼ系および栄養恒常性への洞察)

### 審査結果の要旨

土壌 pH は植物、農作物の成長に影響を与える重要な因子である。著者は、過度の pH により誘導される非生物的酸化ストレスとその耐性の生理学的、生化学的メカニズムについて研究した。研究は三つの実験により構成されており、試験植物としてはコムギが用いられ、抗酸化的防御、グリオキサラーゼ系、および栄養素バランスの恒常性に焦点が当てられている。

第 1 の実験では、種々の pH 下で、コムギの取りうる抗酸化的防御、グリオキサラーゼ系メカニズムについて調べた。8 日目のコムギ実生は種々の pH (4.0、5.5、7.0、8.5) に調整された培養液にさらされた。pH4.0 と pH8.5 で生育した実生は、バイオマス、水分、クロロフィル含量において減少がみられた。しかし、pH7.0 ではより良い結果がみられた。pH4.0 と pH8.5 は、活性酸素種およびメチルグリオキサールの発生を助長することにより、脂質の過酸化と redox state に乱れをもたらし、酸化的ダメージを引き起こした。対照的に、最も低い酸化的ダメージは pH7.0 で観察され、続いて pH5.5 で見られた。これらにおいては、抗酸化的防御およびグリオキサラーゼ系がより良く働いたためと判断された。また、本実験により、コムギは、酸性条件に対して相対的に耐性であることが示唆された。

第 2 の実験では、5 種のコムギの栽培品種 (BARI Gom-21、BARI Gom-24、BARI Gom-25、BARI Gom-26、BARI Gom-30) について、酸性ストレス (pH3.5、4.5、5.5、6.5) に対する生理学的、生化学的応答を調べた。酸化的防御およびグリオキサラーゼ系だけでなく、相対水分量、プロリン量、成長、バイオマス、酸化ダメージ、生体膜の健全性、無機栄養塩類含量などを調べた。pH の低下は、すべての品種の形態学的、生化学的特性を著しく減退させた。しかし、BARI Gom-26 は他品種に比べ、 $H_2O_2$  の発生と脂質過酸化において最も小さい値を示し、生体膜はより良い健全性を示し、酸化的ダメージは最も小さかった。さらに本品種においては、抗酸化防御物質であるアスコルビン酸およびグルタチオンの含量、そして redox state の値は、他品種に比べより高い値を示した。さらに、BARI Gom-26 においては、必須栄養塩類のバランスの取れた取り込みがみられた。以上のことから、著者は、BARI Gom-26 は初期成長段階において、他品種に比べ、抗酸化的防御およびグリオキサラーゼ系さらには栄養バランス

の恒常性が相互に協調的作用をとることにより、酸性ストレスに対して耐性を維持することができる」と結論した。

第3の実験では、BARI Gom-25の酸性耐性に及ぼす、リンゴ酸による seed priming の効果を調べた。水耕栽培した9日目の実生は酸性培養液(pH4.0)にさらされた。pH4.0は活性酸素種とメチルグリオキサールの過剰発生を誘起し、酸化ダメージを引き起こした。抗酸化防御およびグリオキサラーゼ系の成分活性は、酸性ストレスにより低下した。一方、リンゴ酸による seed priming は抗酸化物質の大部分をアップレグレートし、活性酸素種やメチルグリオキサールの発生を抑制した。このことは、water status の改善や光合成色素の維持だけでなく、植物体の生育においても有意な改善の効果を示した。これらの結果により、リンゴ酸による seed priming は、コムギ実生に酸化的ダメージに対する抵抗性を与え、酸性ストレスに対する耐性を与えることが明らかになった。

以上の研究成果は、植物ストレス生理学・生化学の領域における博士論文の内容として、一定の水準を満たした研究であると評価できる。また、以上の研究成果は、インパクトファクターが公示されている国際的学術雑誌に、2報の論文として報告されている。

本学位論文に関する公開審査会は、令和元年8月3日に高知大学農林海洋科学部において開催され、申請者の論文発表と、これに関する質疑応答が行われた。引き続き開催された学位論文審査会において、学位論文の内容について審査した結果、審査員全員一致して、本論文は博士(農学)の学位を授与するに値すると判断した。